

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-261903

(43)Date of publication of application : 11.10.1996

(51)Int.Cl. G01N 5/00  
C30B 15/28  
G01G 19/00  
H01L 21/66

(21)Application number : 07-068454

(71)Applicant : OHKURA ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 27.03.1995

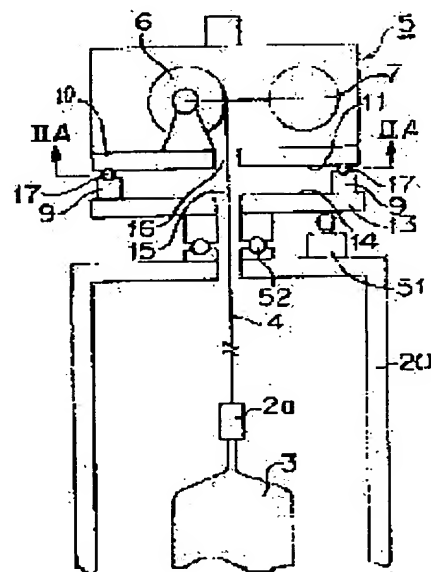
(72)Inventor : MORIMURA TOSHIKI  
NOGUCHI YOSHITAKA  
OKA SATOSHI

## (54) WEIGHT MEASURING DEVICE FOR GROWN CRYSTAL BODY

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide a device for precisely measuring the weight of a grown crystal body lifted by a wire.

**CONSTITUTION:** This device has a rope 4 such as wire on end of which is connected to a crystal body 3 grown by lifting from fused solution; a rope winding means 5 having a rope winding drum 6 and a driving means 7 for drum drive; and a weight sensor 9 for measuring the magnitude of gravity acting on the rope winding means 5, and the sum of weights of the rope 4 and the rope winding means 5 is subtracted from time measured value of the weight sensor 9, whereby the weight of the crystal body 3 is measured. The rope winding means 5 preferably has a support base 20 for holding the drum 6 and the driving means 7, and the support base 10 is supported from down by the weight sensor 9. Further, a mount base 13 having a sensor mounting surface 14 opposed to the lower surface 11 of the support base 10 and a through-hole 15 for raising and lowering the suspended part of the rope 4 is provided, so that the weight sensor 9 on the mounting surface 14 can be opposed to the lower surface 11 of the support base 10 while the suspended part of the rope 4 is positioned to the center of the through-hole 15.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 28.03.1995

[Date of sending the examiner's decision of 09.02.1998 rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3109564

[Date of registration] 14.09.2000

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 10-03644

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 11.03.1998

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-261903

(43) 公開日 平成8年(1996)10月11日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 N 5/00			G 0 1 N 5/00	Z
C 3 0 B 15/28			C 3 0 B 15/28	
G 0 1 G 19/00			G 0 1 G 19/00	Z
H 0 1 L 21/66			H 0 1 L 21/66	Z

審査請求 有 請求項の数10 O L (全 12 頁)

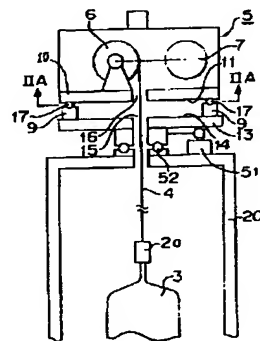
(21) 出願番号	特願平7-68454	(71) 出願人	000206495 大倉電気株式会社 東京都杉並区成田西3丁目20番8号
(22) 出願日	平成7年(1995)3月27日	(72) 発明者	森村 利昭 東京都杉並区成田西3丁目20番8号 大倉電気株式会社内
		(72) 発明者	野口 義隆 東京都杉並区成田西3丁目20番8号 大倉電気株式会社内
		(72) 発明者	岡 敏 東京都杉並区成田西3丁目20番8号 大倉電気株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 市東 禮次郎

(54) 【発明の名称】 成長結晶体の重量測定装置

(57) 【要約】

【目的】ワイヤで引上げる成長結晶体の重量を正確に計測する装置の提供。

【構成】融液から引上げにより成長させた結晶体3に一端が接続されるワイヤ等の索4、索巻上げ用のドラム6とドラム駆動用の駆動手段7とを有する索巻上げ手段5、及び索巻上げ手段5に作用する重力の大きさを計測する重量センサ9を有し、重量センサ9の計測値から索4と索巻上げ手段5との重量の和を減算することにより結晶体3の重量を測定する。好ましくは索巻上げ手段5にドラム6及び駆動手段7を保持する支持台10を設け、支持台10を重量センサ9により下から支える。また、支持台10の下面11と対向するセンサ取付面14及び索4の垂下部が昇降する貫通孔15を有する取付台13を設け、索4の垂下部と貫通孔15の中心とを位置合わせしながら、取付面14上の重量センサ9を支持台10の下面11と対向させることができる。



2: ワイヤ、 3: 結晶体、 4: 索、  
5: 巻上げ手段、 6: ドラム、 7: 駆動手段、  
8: 重量センサ、 9: 重量センサ、 10: 支持台、  
11: 下面、 12: 駆動手段、 13: 取付面、  
14: 取付面、 15: 貫通孔、 16: 貫通孔、  
17: 重量センサ、 18: 重量センサ、 19: 重量センサ、  
20: 重量センサ、 21: 重量センサ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】融液から引上げにより成長させる結晶体の重量を測定する装置において、前記結晶体に一端が接続される索、前記索の巻上げ用ドラムとそのドラム駆動用の駆動手段とを有する索巻上げ手段、及び前記索巻上げ手段に作用する重力の大きさを計測する重量センサを備え、前記重量センサの計測値から前記索及び索巻上げ手段の合計重量を減算することにより前記結晶体の重量を測定してなる成長結晶体の重量測定装置。

【請求項 2】請求項 1 の測定装置において、前記索巻上げ手段に前記ドラム及び駆動手段を保持する支持台を設け、その支持台を前記重量センサによって下から支えてなる成長結晶体の重量測定装置。

【請求項 3】請求項 2 の測定装置において、前記支持台の下面と対向するセンサ取付面及び前記索の垂下部が昇降する貫通孔を有する取付台を設け、前記索の垂下部と前記貫通孔の中心とを位置合わせしながら前記取付面に取付けた重量センサを前記支持台の下面と対向させてなる成長結晶体の重量測定装置。

【請求項 4】請求項 3 の測定装置において、前記支持台と前記重量センサとの間に前記支持台及び重量センサの少なくとも一方と球面接触する球面付き力伝達部材を設けてなる成長結晶体の重量測定装置。

【請求項 5】請求項 3 又は 4 の測定装置において、前記支持台の下面における前記重量センサとの対向位置に、前記支持台と前記索の巻上げ方向との交差位置から見て放射方向に断面弧状の溝を設け、前記重量センサ又は前記球面付き力伝達部材の球面を前記溝に接触させてなる成長結晶体の重量測定装置。

【請求項 6】請求項 3 又は 4 の測定装置において、前記支持台の下面における前記重量センサとの対向位置に、前記支持台と前記索の巻上げ方向との交差位置から見て円周の接線方向の軸線を有する回転軸及びその回転軸に結合された回転部材からなる加圧部を設け、前記重量センサ又は前記球面付き力伝達部材の球面を前記加圧部の回転部材に接触させてなる成長結晶体の重量測定装置。

【請求項 7】請求項 3、4、5 又は 6 の測定装置において、前記取付台上の前記重量センサの取付位置及び／又は支持台上における前記加圧部の取付位置を調整可能としてなる成長結晶体の重量測定装置。

【請求項 8】請求項 3、4、5、6 又は 7 の測定装置において、前記支持台と前記取付台との間隔の減少幅を所定大きさ以下に制限する近接制限部材を設け、前記支持台と前記重量センサとの間に前記所定大きさ以上の圧縮変形が可能な弾性部材を設けてなる成長結晶体の重量測定装置。

【請求項 9】請求項 3、4、5、6 又は 7 の測定装置において、前記支持台と前記取付台との間隔の減少幅を所定大きさ以下に制限する近接制限部材を設け、前記支持台上に一端が枢支され且つ前記支持台の上面に前記所定

大きさ以上の伸長変形が可能な弾性部材を介して中間部が結合された張出部材を設け、前記張出部材の他端を前記重量センサと対向させてなる成長結晶体の重量測定装置。

【請求項 10】請求項 3、4、5、6、7、8 又は 9 の測定装置において、前記支持台に作用する重力を前記重量センサに伝達する中継部及びその中継部の移動方向を前記取付台の取付面と直交する方向のみに制限する動き制限手段を設けてなる成長結晶体の重量測定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は成長結晶体の重量測定装置に関し、とくに融液から引上げにより成長させる結晶体の重量を測定する成長結晶体の重量測定装置に関する。

【0002】

【従来の技術】シリコン半導体等の単結晶体を製造する方法の一例として、半導体材料等の融液に浸した種結晶を回転させながら引上げて結晶体を成長させるチョクラルスキー法が用いられる。チョクラルスキー法を用いた結晶体製造装置では、引上げにより成長させる結晶体（以下、成長結晶体ということがある）の大きさを制御するため、融液と成長結晶体との界面（以下、単に界面ということがある）における成長結晶体の断面積又は径を計測し、その成長結晶体の径が所望の大きさとなるように引上げ速度や融液温度を制御する。従来、成長結晶体の界面における径を計測する方法として、テレビカメラ等の画像に基づいて成長結晶体の径を画像計測する方法、成長結晶体の重量の増分から成長結晶体の径を算出する方法等が行なわれている。

【0003】図 9 (A) は従来のワイヤ式の結晶体製造装置 41 の一例を示す。図 9 (A) の結晶体製造装置 41 は、ヒータ 42 により坩堝 44 内の融液 1 を加熱し、巻胴 48 に一端を固定したワイヤロープ 46 の他端を坩堝 44 の上方のブリー 47 を介して吊下げて融液 1 に漬け、巻胴 48 の巻上げによりワイヤロープ 46 の他端を融液 1 からゆっくりと引上げることで結晶体 3 を成長させる。図中の符号 43 はヒータ温度センサを示す。図 9 (A) の製造装置 41 は坩堝 44 の内側を撮影するテレビカメラ 45 を有し、テレビカメラ 45 により融液 1 と成長結晶体 3 との界面を撮影し、テレビカメラ 45 の画像に基づき成長結晶体 3 の径を計測する。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし従来の成長結晶体 3 の径を画像計測する方法は、図 9 (B) 及び (C) に示すように成長結晶体 3 の成長に応じて坩堝 44 内の融液 1 の液面が低下すると、融液 1 と成長結晶体 3 との界面の画像が得難くなる問題点がある。界面の画像が得られなければ、成長結晶体 3 の界面における径が求められな

【0005】この問題解決のため、図10(A)のように、図9のブリー47にかかる成長結晶体3の重量をロードセル49により計測し、成長結晶体3の重量の増分から成長結晶体3の径を算出する方法が考えられる。図10(A)のロードセル49の出力は、ブリー47の重量を零と仮定し且つブリー47を挺子とみなすことにより、(1)式のように表すことができる。 $(L_2/L_1)$ が既知である場合 \*

$$\text{ロードセルの出力} = Mq + F = Mq + (Mq \times L_2/L_1) = Mq \times (1 + L_2/L_1) \dots\dots (1)$$

【0007】しかし図10(A)の計測方法は、比較的大きな計測誤差の発生が避けられない問題点がある。この誤差を解析するため、図10(A)の成長結晶体3に代えて60Kgの重錘をワイヤロープ46に接続し、その重錘を約5mm/分の速度で巻上げた時のロードセル49の出力を測定する実験を行なった。その結果を図11に示す。図11から判るように、図10(A)のロードセル49の出力は高周波及び中間周波の波状ノイズを含み、またワイヤロープ46の巻取りに応じて漸次減少する傾向がある。高周波の波状ノイズの原因は巻上げ時のワイヤロープ46の捩れやズレにより(1)式の $(L_2/L_1)$ が変動することであり、中間周波の波状ノイズの原因はブリー49の外周溝の真円からの偏差や枢支軸心と滑車中心とのずれ等の機械的誤差にあると考えられ、漸次減少傾向の原因は巻胴48の巻取りに応じて重錘側のワイヤロープ46の長さが減少することにあると考えられる。要するに図10(A)の計測方法では計測誤差が大きく、成長結晶体3の正確な重量計測が期待できない。この問題点を鑑み、従来のチョクラスキー法ではワイヤロープ46に代えて引上棒による結晶体の引上げが行なわれているが、この方法は引上棒を移動させるために装置が大型化する問題点がある。

【0008】特開昭64-047914号公報は、ワイヤロープが係合するガイド溝の横断面の一部形状をワイヤロープに外接する円の半径と略等しくした結晶棒引上荷重測定装置を開示する。図10を参照して説明するに、特開昭64-047914号公報の発明は、例えば図10(B)及び(C)のように4本のストランド50からなるワイヤロープ46に外接する円の半径をブリー47のガイド溝の横断面形状とほぼ等しくすることにより、ワイヤロープ46の捩れやズレに起因するロードセル49の計測誤差の発生を回避する。しかし特開昭64-047914号公報の発明は、ロードセル49の出力に含まれる高周波の波状ノイズは除去できるものの、中間周波の波状ノイズを除去し得ないので、図11に含まれる波状ノイズを完全になくすることが期待できない。

【0009】そこで本発明の目的は、ワイヤで引上げる成長結晶体の重量を正確に計測する成長結晶体の重量測定装置を提供するにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】図1の実施例を参照するに本発明の成長結晶体の重量測定装置は、融液1(図9参照)から引上げにより成長させる結晶体3の重量を測

\*は、(1)式を用いてロードセル49の出力から成長結晶体3の重量 $Mq$ が求められる。(1)式においてFは巻胴48の巻上げ力、 $L_1$ 及び $L_2$ はブリー47の成長結晶体3側及び巻胴48側の水平方向の半径を表す。

【0006】

【数1】

定する装置において、結晶体3に一端が接続される索4、索4の巻上げ用ドラム6とそのドラム6駆動用の駆動手段7とを有する索巻上げ手段5、及び索巻上げ手段5に作用する重力の大きさを計測する重量センサ9を備え、重量センサ9の計測値から索4及び索巻上げ手段5の合計重量を減算することにより結晶体3の重量を測定してなるものである。

【0011】好ましくは、索巻上げ手段5にドラム6及び駆動手段7を保持する支持台10を設け、その支持台10を重量センサ9によって下から支える。

【0012】

【作用】図1の実施例を参照するに本発明の重量測定装置は、重量センサ9により、索4と索巻上げ手段5と索4の一端に接続した成長結晶体3との重量の総和を計測する。索4及び巻上げ手段5の合計重量を $\alpha$ とし、成長結晶体3の重量を $Mq$ とすると、重量センサ9の出力は(2)式により表される。索4及び巻上げ手段5の合計重量 $\alpha$ は、例えば測定開始前に求めておくことができるので、(2)式を用いて重量センサ9の出力から成長結晶体3の重量 $Mq$ が算出できる。

【0013】

【数2】

$$\text{重量センサの出力} = Mq + \alpha \dots\dots (2)$$

【0014】好ましくは重量センサ9をロードセルとする。また図1に示すように、索巻上げ手段5に作用する重力の大きさを複数の重量センサ9で計測することができ、その場合は(2)式の左辺を各重量センサ9の計測値の合計とすることができる。図1では索巻上げ手段5にドラム6及び駆動手段6を保持する支持台10を設け、支持台10を重量センサ9により下から支えている。但し、索巻上げ手段5を下から支える支持台10は本発明に必須のものではなく、例えば重量センサ9を含む機構(図示せず)により索巻上げ手段5を吊下げてよい。

【0015】【実測例】図1の重量測定装置において、成長結晶体3に代えて60Kgの重錘を索4に接続し、その重錘を約5mm/分の速度で巻上げた時の重量センサ9の出力をプロットした。その結果を図8に示す。図8のグラフと図11のグラフとを比較するに、本発明における重量センサ9の出力には索の捩れやズレ及びブリーの機械的誤差に基づく波状ノイズが発生しないことが判る。また本発明は索4の全重量を計測するので、ドラム6からの索4の垂下長さの変動に基づく重量センサ9の出力

の漸次減少も発生しないことが認められる。図 8 のグラフから理解できるように、本発明の重量測定装置によれば成長結晶体 3 の重量を正確に計測でき、融液 1 との界面における成長結晶体 3 の径の正確な算出の基礎とすることができる。

【0016】こうして本発明の目的である「ワイヤで引上げる成長結晶体の重量を正確に計測する成長結晶体の重量測定装置」の提供が達成できる。

【0017】

【実施例】図 1 の実施例では、重量センサ 9 を取付台 13 の取付面 14 に設け、取付台 13 に索 4 の垂下部が昇降する貫通孔 15 を穿設している。取付台 13 は、貫通孔 15 の回りに自転可能となるように、例えばベアリング 52 を介して融液 1 の上方の支持枠 20 に取付けられ、貫通孔 15 の中心を通る鉛直軸の回りに自転可能に支持される。図中の符号 51 は取付台 13 の自転を駆動するモータである。取付台 13 の取付面 14 上の所定位置に例えば 3 個の重量センサ 9 を取付け、索 4 の垂下部と取付台 13 の貫通孔 15 の中心とを位置合わせしながら、支持台 10 の下面 11 を各重量センサ 9 と対向させる。支持台 10 の重量センサ 9 との対向位置に、例えば図 2 の溝 19 のような接触部を設け、その接触部を重量センサ 9 に直接又は間接に当接させることができる。好ましくは図 1 に示すように、支持台 10 と重量センサ 9 との間に、支持台 10 及び重量センサ 9 の少なくとも一方と球面接触する球面付き力伝達部材 17 を設け、球面付き力伝達部材 17 を介して重量センサ 9 を支持台 10 の下面 11 に接触させる。

【0018】なお図 1 の索巻上げ手段 5 は、ドラム 6 及び駆動手段 7 を支持台 10 上に保持し、支持台 10 に索 4 の垂下部が昇降する貫通孔 16 を設けている。但しドラム 6 及び駆動手段 7 は支持台 10 上の保持に限定されず、ドラム 5 及び駆動手段 7 を支持台 10 の下側に保持することも可能であり、必ずしも支持台 10 に貫通孔 16 を設ける必要はない。以下において、支持台 10 に穿たれた貫通孔 16 の中心を O (図 2 参照) として説明するが、支持台 10 に貫通孔 16 を設けない場合は支持台 10 と索巻上げ方向との交差位置を O とすることができる。

【0019】図 2 (A)~(C) に示す実施例では、支持台 10 の下面 11 における重量センサ 9 との対向位置に、貫通孔 16 の中心 O から見て放射方向に断面弧状の溝 19 を設け、重量センサ 9 の受圧面を溝 19 の底面と対向させている。同図に示すように、重量センサ 9 と溝 19 の底面との間に球面付き力伝達部材 17 を設けることができる。例えば取付台 13 上に取付けた 3 個の重量センサ 9 に球面付き力伝達部材 17 を取付け、各力伝達部材 17 の球面をそれぞれ支持台 10 の下面 11 の 3 本の溝 19 と接触させることにより、索 4 の垂下部と貫通孔 15 の中心との位置合わせを容易に行なうことができる。溝 19 の穿設位置と重量センサ 9 の取付位置とが溝 19 と交差する方向にずれると、支持台 10 が傾き、ロードセル等の重量センサ 9 に水平方向の

応力が加わって計測誤差や故障の原因となり得るが、球面付き力伝達部材 17 が溝 19 の底部に自重で落ち着くので問題とならない。但し溝 19 ではなく孔とした場合には、位置合わせを極めて高精度に調整しなければならない (例えば 10  $\mu$ m 以下)。なお、この位置合わせのため、取付台 13 上の重量センサ 9 の取付位置を調整ねじ (図示せず) などにより微調整可能にする。

【0020】図 3 に示す実施例においては、支持台 10 の下面 11 における重量センサ 9 との対向位置に、貫通孔 16 の中心 O から見て円周の接線方向の軸線を有する回転軸 21 及びその回転軸 21 に結合された回転部材 22 からなる加圧部 24 を設けている。重量センサ 9 に球面付き力伝達部材 17 を取付け、力伝達部材 17 の球面を回転部材 22 と接触させる。回転部材 22 に球状凹面を設け、力伝達部材 17 の球面を回転部材 22 の凹面に摺動自在に嵌合させることも可能である。図 3 の回転軸 21 は、支持台 10 の下面 11 上に設けたブラケット 23 に回転自在に枢支される。図 3 (A) は加圧部 24 が重量センサ 9 と心合わせされた状態を示し、図 3 (B) 及び (C) は、貫通孔 16 の中心 O から見て加圧部 24 が重量センサ 9 に対して放射方向にずれた場合を示す。図 3 の加圧部 24 と球面付き力伝達部材 17 との組合せによれば、加圧部 24 と重量センサ 9 との位置が若干ずれた場合でも重量センサ 9 に加わる水平方向の応力を小さく抑えるので、ロードセル等の重量センサ 9 の計測精度を高く維持し、且つ重量センサ 9 の耐久性への影響を防ぐことができる。また加圧部 24 と重量センサ 9 との位置合わせの許容誤差を比較的大きく、例えば 0.5~1 mm 程度までとれるので、機械加工が容易になる。好ましくは取付台 13 上の重量センサ 9 の取付位置を調整可能とし、支持台 10 と重量センサ 9 との位置合わせを、加圧部 24 による前記放射方向の調整と重量センサ 9 の取付位置の調整とにより行なう。

【0021】図 5 の実施例では、重量センサ 9 に水平方向の応力が加わるのを防ぐため、支持台 10 に作用する重力を重量センサ 9 に伝達する中継部 34 と動き制限手段 36 とを設け、動き制限手段 36 により中継部 34 の移動方向を鉛直方向、即ち取付台 13 の取付面 14 と直交する方向のみに制限している。図 5 (A) の黒塗り矢印及び図 5 (C) の矢印 U、D は、中継部 34 の可動方向を示す。図 3 の回転部材 22 によれば、支持台 10 の貫通孔 16 の中心 O から見て放射方向については回転部材 22 の回転により重量センサ 9 に加わる水平応力を十分小さく抑えられるが、その放射方向と直交する方向については水平応力を十分に小さく抑えられない場合があり得る。図 5 の動き制限手段 36 は、取付台 13 の取付面 14 上の重量センサ 9 の両側位置に当該重量センサ 9 を通る前記放射方向と平行に立ち上げた一対の支柱 37a、37b、球面付き力伝達部材 17 が嵌合可能な受圧孔 35 を有し且つ受圧孔 35 が鉛直向きに開口するように両支柱 37a、37b の間に支持された中継部 34、及び中継部 34 と両支柱 37a、37b との間に取付台 13 の取付面 14

と平行に張設された複数枚の板バネ 38 の群を有する。中継部 34 の一端は球面付き力伝達部材 17 を介して重量センサ 9 に結合し、その他端は例えば図 3 の回転部材 22 を介して支持台 10 に接触する。動き制限手段 36 の板バネ 38 の群が、前記放射方向及びこれと直交する方向、即ち図 5 (A) の前後、左右の矢印、及び図 5 (C) の矢印 R、L の方向における中継部 34 の移動を禁止するので、重量センサ 9 に前記放射方向及びこれと直交する方向の水平応力加わらるのを防ぐことができる。

【0022】図 4 の実施例では、重量センサ 9 を過大負荷から保護するため、支持台 10 と取付台 13 との間隔の減少幅を所定大きさ以下に制限する近接制限部材 25 を設けている。図 4 (A)、(B) の近接制限部材 25 は、それぞれ支持台 10 の下面 11 及び取付台 13 の取付面 14 から立設され且つ所定間隔だけ隔てられた一対の対向部材からなる。支持台 10 と取付台 13 との間隔の減少幅が前記所定間隔を超えようとすると前記両対向部材が衝突し、前記所定間隔以上の間隔減少幅となる近接は阻止される。但し近接制限部材 25 は図示例に限定されない。

【0023】図 4 (A) の実施例では、支持台 10 と重量センサ 9 との間に、支持台 10 に結合され且つ前記所定大きさ以上の圧縮変形が可能な弾性部材 27 と、重量センサ 9 に対向し且つ弾性部材 27 に結合された押圧部材 29 と、押圧部材 29 及び弾性部材 27 を収容するばね室 28 とを有するリミッタ 26 が設けられている。近接制限部材 25 とリミッタ 26 との組合せにより、弾性部材 27 を所定大きさ以上に圧縮変形させるような過大負荷が重量センサ 9 にかかるのを防ぐ。図 4 (B) は、図 3 の回転部材 22 に代えて、図 4 (A) のリミッタ 26 を回転軸 21 に取付けた実施例を示す。

【0024】図 4 (C) の実施例では、支持台 10 の上面 12 に前記所定大きさ以上の伸長変形が可能な弾性部材 31 を介して中間部が結合され且つ支持台 10 の外縁より外側に張出した張出部材 30 を設け、張出部材 30 の張出端を重量センサ 9 と対向させている。即ち、図 3 の実施例における支持台 10 と張出部材 30 とを弾性部材 31 で結合し、張出部材 30 の張出端に図 3 の加圧部 24 を取付けてこれを重量センサ 9 と対向させ、支持台 10 に作用する重力の大きさを張出部材 30 を介して重力センサ 9 へ伝達する。図 4 (C) の張出部材 30 の基端部分は支点 32 に枢支され、張出部材 30 は弾性部材 31 との接点を力点とし加圧部 24 を作用点とする挺子とみなすことができる。この場合バネである弾性部材 31 が伸長すると力点にかかる荷重が増加し、重量センサ 9 にかかる負荷も増えるが、近接制限部材 25 により弾性部材 31 の伸長変形が制限されるので、重量センサ 9 に過大負荷がかかるのを防ぐことができる。なお、張出部材 30 の基端部分を支持台 10 の外縁側で枢支し、その張出端を支持台 10 の中心方向に張出させて重量センサ 9 と対向させてもよい。

【0025】図 6 は本発明の重量測定装置の構成の一例

を示す。図 6 の駆動手段 7 はモータ 8a、ギア列 8b、トルクリミッタ 8c、及びウォームギア 8d を有し、モータ 8a の駆動力を順次伝達してドラム 6 の回転を駆動する。駆動手段 7 及びドラム 6 は円盤状の支持台 10 の上面に取付けられ、支持台 10 の下面を円盤状の取付台 13 に取付けた重量センサ 9a、9b、9c と接触させる。支持台 10 及び取付台 13 の中心位置に索 4 を通す貫通孔 16 及び 15 を設け、ドラム 6 からプーリを介して繰出した索 4 をそれらの貫通孔を通して鉛直下方に垂下させる。

【0026】図 7 は、図 6 の重量測定装置を用いた結晶製造装置のブロック図の一例を示す。重量センサ 9a、9b、9c で計測された計測値は、アンプ 57 及び A/D 変換器 58 を介してコンピュータ 60 に入力され、成長結晶体 3 の径を算出する。図中の符号 59 はプログラムや計測結果を記憶するメモリを表す。コンピュータ 60 からインターフェース 54 を介してモータ制御装置 53 へモータ 8a の駆動信号を伝送し、ドラム 6 の回転即ち成長結晶体 3 の巻上げ速度を制御する。ギア列 8b の回転をエンコーダ 55 及びレシーバ 56 を介してインターフェース 54 へ入力し、ドラム 6 の回転を監視する。

【0027】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明の成長結晶体の重量測定装置は、融液からの引上げにより成長させる結晶体の重量を測定する装置において、結晶体に一端が接続される索、索の巻上げ用ドラムとドラム駆動用の駆動手段とを有する索巻上げ手段、及び索巻上げ手段に作用する重力の大きさを計測する重量センサを備え、重量センサの計測値から索及び索巻上げ手段の合計重量を減算して結晶体の重量を測定するので、次の顕著な効果を奏する。

【0028】(イ) 成長結晶体を索で巻上げながらその重量を正確に計測することができる。

(ロ) 正確な重量の増分が測定できるので、融液との界面における成長結晶体の径を正確に算出することが可能となる。

(ハ) チョクラルスキー法において、引上索を用いた成長結晶体の重量測定が可能となるので、従来の引上棒を用いる方法に比し結晶製造装置の小形化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】は、本発明の一実施例の説明図である。

【図 2】は、支持板に溝を設けた本発明の実施例の説明図である。

【図 3】は、支持板に加圧部を設けた本発明の実施例の説明図である。

【図 4】は、近接制限部材を設けた本発明の実施例の説明図である。

【図 5】は、動き制限手段の説明図である。

【図 6】は、本発明装置の構成の一例を示す説明図である。

【図7】は、本発明装置を用いた結晶体製造装置のブロック図である。

【図8】は、本発明の重量測定装置による測定結果を示すグラフである。

【図9】は、従来のワイヤ式結晶体製造装置の説明図である。

【図10】は、従来の結晶体の重量測定装置の説明図である。

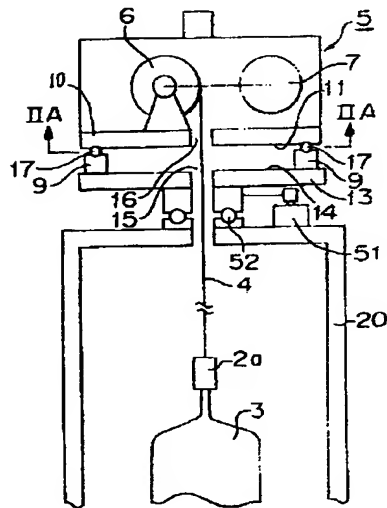
【図11】は、図10の測定装置による測定結果を示すグラフである。

【符号の説明】

- |           |            |
|-----------|------------|
| 1 融液      | 2a ウェイト    |
| 3 成長結晶体   | 4 索        |
| 5 索巻上げ手段  | 6 ドラム      |
| 7 駆動手段    | 8a モータ     |
| 8b ギア列    | 8c トルクリミッタ |
| 8d ウォームギア | 9 重量センサ    |
| 10 支持台    | 11 下面      |
| 12 上面     | 13 取付台     |
| 14 取付面    | 15、16 貫通孔  |

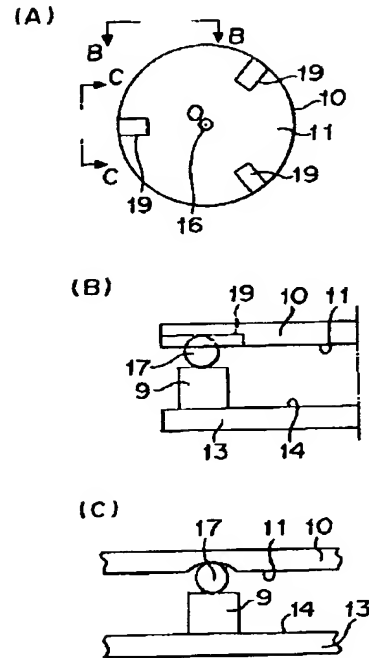
- |               |            |
|---------------|------------|
| *17 球面付き力伝達部材 | 19 溝       |
| 20 支持棒        | 21 回転軸     |
| 22 回転部材       | 23 ブラケット   |
| 24 加圧部        | 25 近接制限部材  |
| 26 リミッタ       | 27 弾性部材    |
| 28 ばね室        | 29 押圧部材    |
| 30 張出部材       | 31 弾性部材    |
| 32 支点         | 34 中継部     |
| 35 受圧孔        | 36 動き制限手段  |
| 37 支柱         | 38 板バネ     |
| 41 結晶体製造装置    | 42 ヒータ     |
| 43 ヒータ温度センサ   | 44 坩堝      |
| 45 テレビカメラ     | 46 ワイヤロープ  |
| 47 ブーリ        | 48 巻胴      |
| 49 ロードセル      | 50 スtrand  |
| 51 自転モータ      | 52 ベアリング   |
| 53 モータ制御装置    | 54 インタフェース |
| 55 エンコーダ      | 56 レシーバ    |
| 57 アンプ        | 58 A/D変換器  |
| *20 59 メモリ    | 60 コンピュータ。 |

【図1】



- |                |          |             |
|----------------|----------|-------------|
| 2a: ウェイト、      | 3: 結晶体、  | 4: 索、       |
| 5: 索巻上げ手段、     | 6: ドラム、  | 7: 駆動手段、    |
| 9: 重量センサー、     | 10: 支持台、 | 11: 下面、     |
| 13: 取付台、       | 14: 取付面、 | 15、16: 貫通孔、 |
| 17: 球面付き力伝達部材、 | 20: 支持棒、 | 51: モータ、    |
| 52: ベアリング。     |          |             |

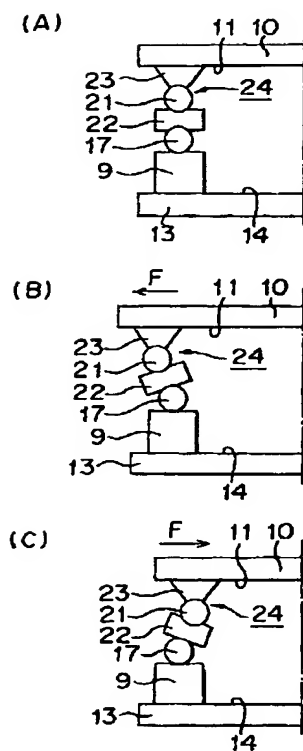
【図2】



- |                |          |          |
|----------------|----------|----------|
| 9: 重量センサー、     | 10: 支持台、 | 11: 下面、  |
| 13: 取付台、       | 14: 取付面、 | 16: 貫通孔、 |
| 17: 球面付き力伝達部材、 | 19: 溝。   |          |

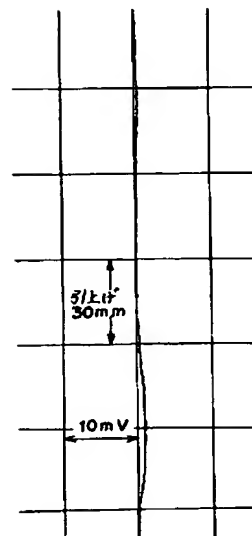


【図3】

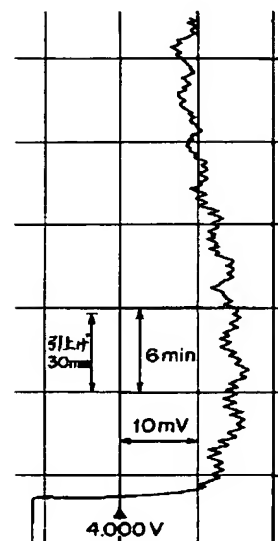


9 : 重量センサー、 10 : 支持台、 11 : 下面、  
 13 : 取付台、 14 : 取付面、 17 : 球面付き力伝達部材、  
 11 : 回転軸、 22 : 回転部材、 23 : ブラケット、 24 : 加圧部。

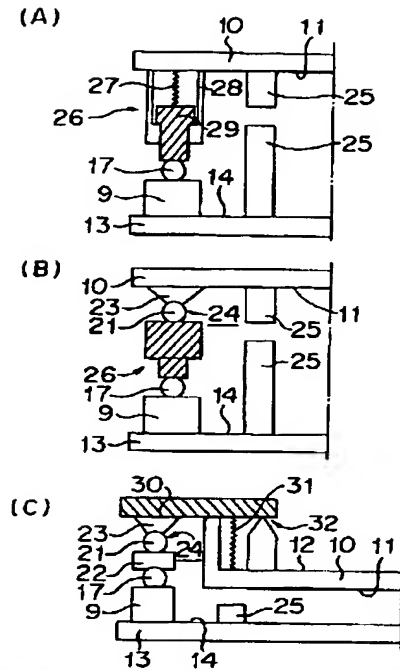
【図8】



【図11】

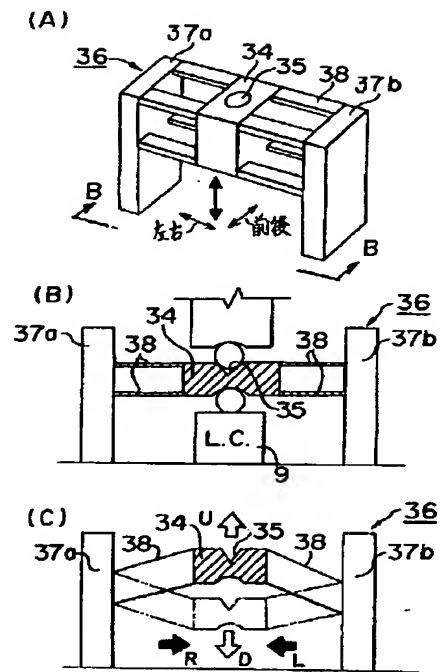


【図4】



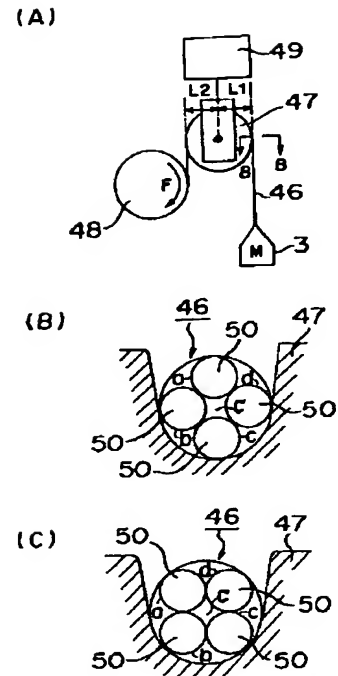
- |             |              |                 |          |
|-------------|--------------|-----------------|----------|
| 9 : 重量センサー、 | 10 : 支持台、    | 11 : 下面、        | 12 : 上面、 |
| 13 : 取付台、   | 14 : 取付面、    | 17 : 球面付き力伝達部材、 |          |
| 21 : 回転軸、   | 22 : 回転部材、   | 23 : ブラケット、     |          |
| 24 : 加圧部、   | 25 : 近接制限部材、 | 26 : リミッタ、      |          |
| 27 : 弾性部材、  | 28 : ばね室、    | 29 : 押圧部材、      |          |
| 30 : 弾出部材、  | 31 : 弾性部材、   | 32 : 支点。        |          |

【図5】



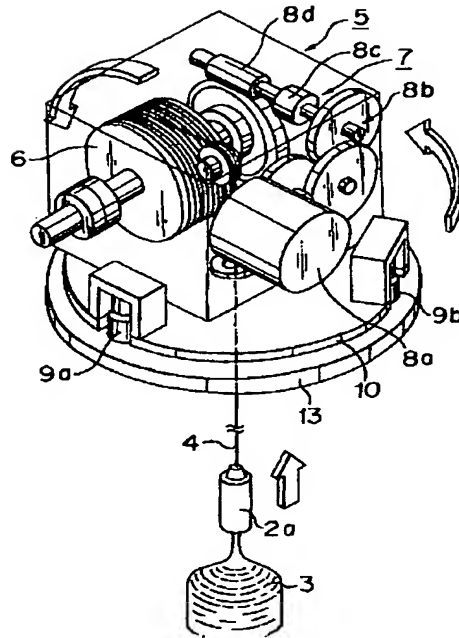
9 : 重量センサー、  
 17 : 球面付き力伝達部材、  
 18 : 動き制限手段、  
 13 : 取付台、  
 14 : 中途部、  
 17a、17b : 支柱、  
 14 : 取付面、  
 35 : 受圧孔、  
 38 : 板バネ。

【図10】



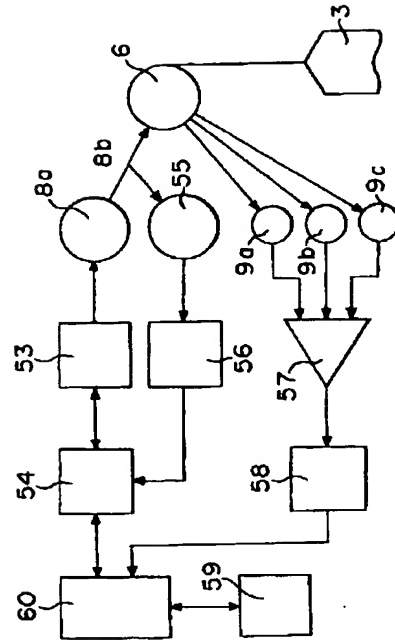
3 : 成長結晶体、  
 11 : 巻胴、  
 46 : ワイヤロープ、  
 11 : ロードセル、  
 47 : プーリ、  
 50 : スtrand。

【図 6】



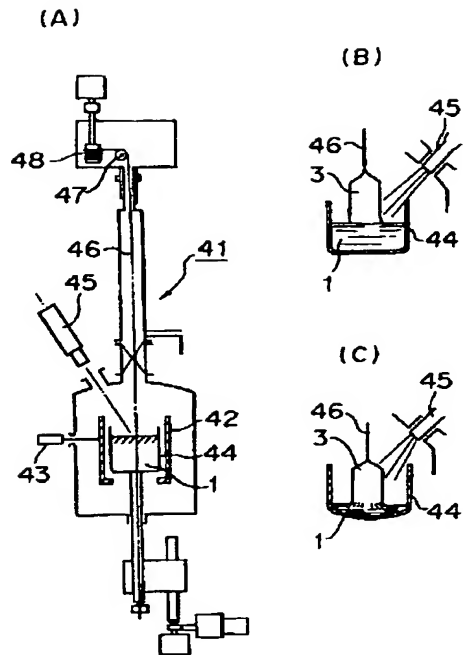
- |             |                |              |
|-------------|----------------|--------------|
| 2a: ウェイト、   | 3: 結晶体、        | 4: 索、        |
| 5: 索巻上げ手段、  | 6: ドラム、        | 7: 駆動手段、     |
| 8a: モータ、    | 8b: ギア列、       | 8c: トルクリミッタ、 |
| 8d: ウォームギア、 | 9a、9b: 重量センサー、 | 10: 支持台、     |
| 13: 取付台。    |                |              |

【図7】



- |                |                 |               |
|----------------|-----------------|---------------|
| 3 : 結晶体、       | 6 : ドラム、        | 8a : モータ、     |
| 8b : ギア列、      | 9a~9c : 重量センサー、 | 53 : モータ制御装置、 |
| 54 : インターフェース、 | 55 : エンコーダ、     | 56 : レーザー、    |
| 57 : アンプ、      | 58 : A/D変換器、    | 59 : メモリ、     |
| 60 : コンピュータ、   |                 |               |

【図9】



- |              |                |               |
|--------------|----------------|---------------|
| 1 : 熔融液、     | 3 : 成長結晶体、     | 41 : 結晶体製造装置、 |
| 12 : ヒータ、    | 13 : ヒータ温度センサ、 | 44 : 坩堝、      |
| 45 : テレビカメラ、 | 46 : ワイヤロープ、   | 47 : プーリ、     |
| 48 : 巻胴。     |                |               |